

## EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000174311  
PUBLICATION DATE : 23-06-00

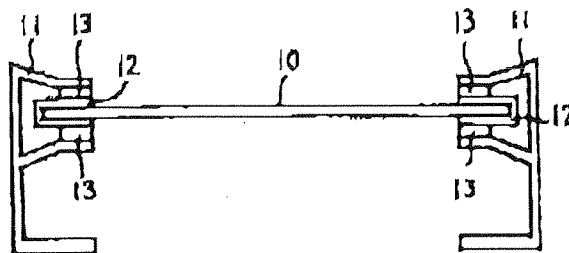
APPLICATION DATE : 01-12-98  
APPLICATION NUMBER : 10341407

APPLICANT : KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD;

INVENTOR : KONDO MASATAKA;

INT.CL. : H01L 31/042

TITLE : THIN-FILM TYPE SOLAR CELL  
MODULE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid influences of a cutting distortion on a glass substrate edge part, and restrict temperature gradient within the substrate by a method, wherein a solar cell is mechanically supported by a support member in a part other than an edge part where the cutting distortion of a glass plate is remained.

**SOLUTION:** A heat-insulating material spacer 13 of thermal conductive coefficient 10-3 W/cm.°C or less is installed between a solar cell 10 and an aluminum-made frame 11. Furthermore, a sealing material 12 made of butyl rubber for enhancing adhesion and protecting an end face of the solar cell 10 is installed between the solar cell 10 and the heat-insulating material spacer 13. In this manner, the solar cell 10 is mechanically supported by an aluminum-made frame 11 in a part inside an edge part in the periphery of the solar cell 10. Thus, it is possible to avoid influences from cutting distortion on the glass substrate edge part of the solar cell 10, and a temperature gradient within the substrate can be restricted.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-174311

(P2000-174311A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 31/042

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

テーマコード\* (参考)

R 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-341407

(22) 出願日

平成10年12月1日 (1998.12.1)

(71) 出願人 000000941

鐘淵化学工業株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

(72) 発明者 近藤 正隆

神戸市北区北五葉2丁目8-15

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外2名)

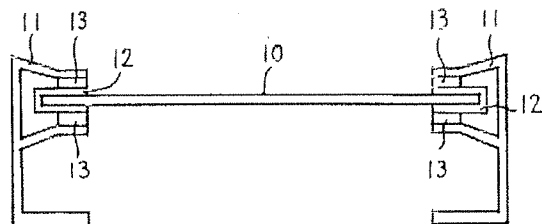
Fターム(参考) 5F051 AA05 BA18 GA03 JA04 JA09

(54) 【発明の名称】 薄膜型太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【課題】 機械的信頼性に優れた薄膜型太陽電池モジュールを提供する。

【解決手段】 薄膜型太陽電池モジュールは、ガラス板の基板上に形成された薄膜半導体層を含む薄膜型太陽電池10と、それを支持する支持部材11とを備え、その太陽電池10はガラス基板の切断歪みが残存するエッジ部以外の部分において支持部材11で機械的に支持されていることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス板の基板上に形成された薄膜半導体層を含む薄膜型太陽電池と、

前記太陽電池を支持する支持部材とを備え、

前記太陽電池は前記ガラス板の切断歪みが残存するエッジ部以外の部分において前記支持部材で機械的に支持されていることを特徴とする薄膜型太陽電池モジュール。

【請求項2】 前記支持部材は金属部分を含み、

前記太陽電池と前記支持部材の金属部分との間の少なくとも一部に断熱材スペーサを含み、

前記断熱材スペーサは $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下の熱伝導係数を有し、かつ前記太陽電池の使用中に実質的に変形しないことを特徴とする請求項1に記載の薄膜型太陽電池モジュール。

【請求項3】 前記太陽電池の前記半導体層は光電変換のための非晶質シリコン層を含み、

前記太陽電池の裏面を覆う断熱手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1または2に記載の薄膜型太陽電池モジュール。

【請求項4】 前記太陽電池と前記支持部材の金属部分との間の全領域に前記断熱材スペーサを含むことを特徴とする請求項2または3に記載の薄膜型太陽電池モジュール。

【請求項5】 前記断熱材スペーサは、ポリカーボネート、ポリスチレン、発泡樹脂、ポリウレタン、セルロースアセテート、シリコーン、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、グラスファイバ、石綿、グラスフォーム、アクリル系フォーム、ゴム発泡体、およびコルクから選択されたいずれかの材料を含むことを特徴とする請求項2から4のいずれかの項に記載の薄膜型太陽電池モジュール。

【請求項6】 前記エッジ部は前記ガラス板の切断端面から5mmの幅の部分であることを特徴とする請求項1から5のいずれかの項に記載の薄膜型太陽電池モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は太陽電池モジュールに関し、特に、ガラス板の基板上に形成された薄膜半導体層を含む太陽電池を支持した薄膜型太陽電池モジュールに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年の太陽光発電技術の普及に伴い、結晶シリコンウエハや支持基板の半導体薄膜を用いた太陽電池が大量に製造され、モジュールの形態で屋上に設置されたり、建物の屋根や壁の建築材料と一体化された構造物として販売されている。それらの中でも、基板の半導体薄膜を用いた薄膜型太陽電池モジュールは量産が容易であり、単純な基板一体型の集積構造にすることができるので、コスト面で有利であって、近年では特に注目を集めている。

【0003】なお、本願明細書において、太陽電池とは太陽電池モジュールから支持部材を除いたものを意味するものとし、封止手段などを含むいわゆるフレームレスモジュールをも含むものとする。また、本願明細書でいう支持部材とは、一般に単体の太陽電池モジュールの形態であればアルミニウム等の金属フレームを意味し、建材一体型の太陽電池モジュールの場合においては木枠のように屋根構成部材などを兼ねるものであって太陽電池を支持する部分を意味するものとする。なお、このような支持部材の金属部分としては、フレーム自体、または建材一体型太陽電池モジュールにおいては押え部材などが存在する。

【0004】図5において、集積型薄膜太陽電池の一例が模式的な断面部分図で示されている。このような太陽電池の製造の概略としては、まず大きな元板から切り出された透明ガラス基板1上に $\text{SnO}_2$ 等からなる透明導電層が熱CVD法などによって堆積され、それをレーザ加工等を用いてパターニングすることによって複数の前面透明電極2が形成される。すなわち、レーザ加工によって形成された複数の透明電極分離溝2aが、図5の紙面に垂直な方向に延びている。

【0005】これらの透明電極2上には、光電変換のための非晶質、微結晶、または多結晶の半導体層がプラズマCVD法などによって堆積される。透明電極2の形成の場合と同様に、この半導体層をレーザ加工等によってパターニングすることによって、複数の光電変換用半導体領域3とそれらの間の分割溝3aが形成される。さらに、半導体領域3上には、金属層または透明導電層と金属層との積層が蒸着法などによって堆積され、レーザ加工等によるパターニングによって、複数の裏面電極4とそれらの間の分離溝4aが形成される。

【0006】すなわち図5において、その紙面に垂直な方向に延びた複数の細長い光電変換セルが形成されており、任意の1つのセルの前面透明電極2は、そのセルの左側に隣接するセルの裏面電極4へ、半導体領域分割溝3aを介して接続されている。こうして、ガラス基板1上で複数の光電変換セルが直列接続された集積型薄膜太陽電池が得られ、これに電流取出しのための簡単な配線を施した後に、その裏面をEVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）のような充填材5とテドラ（Tedlar：登録商標）フィルムのような保護シート6で封止して保護することによって、基板一体型の薄膜型太陽電池10が完成する。

【0007】図6において、上述のような基板一体型の薄膜太陽電池を含む従来の太陽電池モジュールの一例が模式的な断面図で示されている。この太陽電池モジュールは薄膜型太陽電池10とそれを支持するアルミニウム製フレーム11とを含み、それらの中にはブチルゴムからなるシーリング材12が介在させられている。シーリング材12は薄膜太陽電池の端面を封止して保護すると

ともに、フレーム11内への太陽電池の嵌め込みを容易にして確実に固定するために用いられる。

【0008】このような太陽電池モジュールの信頼性のためには、発電特性の安定性はもとより、紫外線、酸性雨、熱などの環境要素に関する耐候性が求められることに加えて、太陽電池モジュールは通常は人がアクセスしにくい場所に設置されるので、ガラス基板が割れるというような機械的な破損が起こらないこともその信頼性のための重要な要件となっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の基板一体型の薄膜太陽電池モジュールにおいては、上述のように、太陽電池の光入射側の透明基板として、ほとんどの場合にガラス板が用いられている。その大きな理由は、たとえば透明樹脂板に比べて、ガラス板の耐候性が格段に優れていることである。しかし、一般に周知のごとく、「ガラス」と「割れやすい」という言葉がすぐに結びつくように、ガラスは脆いという欠点がある。このための対策の1つとして、たとえば強化ガラスを太陽電池の基板として用いることが行なわれている。

【0010】ところで、太陽電池モジュールが屋外で設置されて発電している状態では、太陽電池の温度が70℃以上の高温になることがある。太陽電池は光電変換効率の向上のために光吸収率が極めて大きい構造になっており、アルミニウム製フレームや屋根などの構造体と比較して温度上昇が激しく、極端な場合には周囲と比較して50℃に近い温度差が生じることもある。ここで、フレームなどの金属は熱伝導率が大きいため、太陽電池の動作状態において熱伝導率の小さいガラス基板に大きな温度勾配が生じていることが、本発明者の研究によって明らかになった。このような大きな温度勾配は、太陽電池モジュールの機械的信頼性を大きく損なう要素となる。すなわち、ガラスを部分的に急冷したり急加熱すればしばしば割れることはよく知られているが、このようなことが太陽電池モジュールの動作中においてもガラス基板に発生する可能性が大きいという問題が、従来の太陽電池モジュールに存在している。

【0011】たとえば、図6に示されているような従来の太陽電池モジュールにおいては、ブチルゴムのシーリング材12はある程度の断熱性を有しているが、ブチルゴムは温度上昇に伴って容易に変形しやすくなる。そして、シーリング材12が変形して支持部において太陽電池10と金属フレーム11とが相互に近接すれば、シーリング材12の断熱作用が急激に低下する。その結果、太陽電池10中の温度勾配が大きくなって、そのガラス基板1が割れやすくなる。

【0012】以上のような従来の太陽電池モジュールの課題に鑑み、本発明は、機械的信頼性に優れた薄膜型太陽電池モジュールを提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明による太陽電池モジュールは、ガラス板の基板上に形成された薄膜半導体層を含む薄膜型太陽電池と、それを支持する支持部材とを備え、太陽電池はガラス板の切断歪みが残存するエッジ部以外の部分において支持部材で機械的に支持されていることを特徴としている。

【0014】通常は支持部材が金属部分を含み、太陽電池と支持部材の金属部分との間の少なくとも一部に断熱材スペーサが挿入され、そのスペーサは $10^{-3} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 以下の熱伝導係数を有するとともに、太陽電池の動作状態において実質的に変形しないものが用いられる。

【0015】太陽電池が光電変換のための非晶質シリコン層を含む場合には、その太陽電池の裏面を覆う断熱手段をさらに備えることが好ましい。

【0016】太陽電池と支持部材の金属部分との間の全領域に断熱材スペーサを挿入することによって、そのスペーサの断熱効果をより確実なものにすることができる。

【0017】断熱材スペーサは、ポリカーボネート、ポリスチレン、発泡樹脂、ポリウレタン、セルロースアセテート、シリコン、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、グラスファイバ、石棉、グラスフォーム、アクリル系フォーム、ゴム発泡体、およびコルクから選択されたいずれかの材料を含み得る。

【0018】ガラス基板のエッジ部は、通常はそのガラス板の切断端面から約5mmの内側まで及ぶものである。

【0019】

【発明の実施の形態】図1において、本発明の1つの実施の形態による太陽電池モジュールが概略的な断面図で示されている。この太陽電池モジュールは、太陽電池10と、それを支持するたとえばアルミニウム製のフレーム11とを備えている。太陽電池10はその周辺のエッジ部ではフレーム11に支持されておらず、エッジ部より内側の部分で機械的に保持されている。このように太陽電池10のエッジ部以外の部分で機械的に保持するという特徴が望まれるのは、次のような理由に基づくのである。

【0020】すなわち、薄膜型太陽電池の基板として用いられるガラス板は大きな元板からガラスカッターなどでカットされ、切断面がそのままではカットした際の歪みがガラス面内に進行する可能性があるため、それを防止するために切断面が研磨されて面取りされる。しかしながら、一般に、この面取りをした後においても切断面近傍には切断による微小なクラックが残留している。したがって、切断面近傍の機械的強度はそれ以外の部分より著しく低いことが知られており、この部分のことをエッジ部と呼んでいる。それにもかかわらず、従来のガラス板の支持構造のほとんどがこのエッジ部で支持しており、特に温度条件などが過酷な太陽電池モジュールの支

持形態として従来のガラス支持構造をそのまま採用することは不適當であることが、本発明者の研究結果として判明したのである。

【0021】さらに、太陽電池10とアルミニウム製フレーム11との間には、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下の断熱材スペーサ13が介在させられている。なお、この実施の形態においては、太陽電池10と断熱材スペーサ13の間には、接着性の向上と太陽電池10の端面保護のためにブチルゴムからなるシーリング材12がさらに介在させられている。また、断熱材スペーサ13は、断熱のためのみならず、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって絶縁材としても作用するものであればより好ましい。このように断熱材スペーサ13を用いるという特徴が望まれるのは、次のような理由に基づくのである。

【0022】すなわち、冷たいガラスコップに熱湯を入れたり熱せられたガラスを急に冷やせば割れることがあるが、この理由は、部分的に発生した急激な温度勾配に起因する熱応力によってガラスが破壊するからである。しかし、ガラスを徐々に加熱したり徐冷したりして温度勾配が生じない状態にすれば、 $500^{\circ}\text{C}$ の高温でも、または逆に液体窒素温度のような低温でも、ガラスは破壊することはない。本発明はこのような事実を利用したものであり、具体的には太陽電池内で急激な温度勾配が生じないようにするために、金属支持材11と太陽電池10とが直接接触することを防止するように断熱材スペーサ13を配置して、温度勾配を抑制しているのである。

【0023】なお、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下の断熱材スペーサ13としては、ポリカーボネート( $0.86\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、ポリスチレン( $0.35\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、発泡樹脂( $1.0\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、ポリウレタン( $0.17\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、セルロースアセテート( $0.43\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、シリコン( $0.43\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、フェノール樹脂( $0.35\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、エポキシ樹脂( $0.35\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、グラスファイバ( $0.36\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、石綿( $0.44\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、グラスフォーム( $0.49\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、アクリル系フォーム( $0.29\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、ゴム発泡体( $1.0\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )、またはコルク( $1.0\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ )などが好ましく用いられ得る。

【0024】また、断熱材スペーサの形態としては、テープ状のものやコの字形にモールドした形状のものが簡便に入手し得る。スペーサの厚みは支持部材の嵌合部分と太陽電池のサイズとの関係から適宜に選択し得るものであるが、完成品の美観および組立作業の効率などを考慮して、 $0.2\sim 1\text{mm}$ 程度であることが好ましい。テープ状断熱材の具体的な商品の一例としては、3M社

(日本法人：住友スリーエム)からアクリルフォーム接合材として、アクリル系の発泡樹脂を基材として接着層を両面ないし片面に配設したテープが販売されている。

【0025】さらに、断熱材スペーサの材料としては、太陽電池の動作状態において形状を維持し得る材料であることが望まれる。具体的には、太陽電池の動作温度(たとえば約 $90^{\circ}\text{C}$ まで)の条件下で、太陽電池の荷重がかかった状態でも実質的に変形しないことが望まれる。上述した材料は、いずれの太陽電池の動作状態においても形状を維持することができるものである。断熱材スペーサとして好ましく用いられ得る。他方、ブチルゴム、ネオプレン、天然ゴム等のゴムは、熱伝導係数がいずれも $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下であるが、太陽電池用として販売されているものは室温で可塑性を有するバテに近い性質のものであり、太陽電池の動作状態において容易に変形してしまうので断熱材スペーサとして用いることができない。ただし、ゴム発泡体の中には、加硫や配合によって、太陽電池の動作状態においても形状を維持し得る材料が存在する。

【0026】なお、図1の太陽電池モジュールにおいてはたとえばブチルゴムなどからなるシール材12が用いられているが、太陽電池の動作状態においてこのシール材12が変形したとしても断熱材スペーサ13がその形状を維持しているので、太陽電池10と金属フレーム11との間の断熱性が実質的に低下することはない。また、シール材12は不可欠なものではなく、省略することも可能である。

【0027】断熱材スペーサ13を太陽電池10と支持部材11との間に介在させる際には、太陽電池10に断熱材スペーサ13を取付けた後に支持部材11に嵌合させることもできるし、あるいは支持部材11に断熱材スペーサ13を設置しておいて太陽電池10を嵌め込みこともできる。このように、状況に応じて異なる方法で適宜に太陽電池モジュールを組立ることができる。本発明で重要なことは、局所的に温度勾配が生じないようにするために、太陽電池10と支持部材11との間の全領域において相互に直接接触しないようにすることである。特に、太陽電池モジュールでは一般に意匠性を重要視するので、フレームなどの支持部材11と太陽電池10との嵌合部の隙間は狭くなっている。したがって、このような狭い空間において、太陽電池10と支持部材11とが互いに接触しないことが重要である。

【0028】図2は、本発明のもう1つの実施の形態による太陽電池モジュールを概略的な断面図で示している。この太陽電池モジュールでは、太陽電池10はその裏面においてエッジ部からはるかに内側の領域で断熱材スペーサ13を介してフレーム11によって支持されている。この場合、太陽電池10の表面と裏面におけるフレーム11の支持部が互いに対面して狭い隙間を形成していないので、太陽電池10をフレーム11と組合わせ

るときの作業が容易になる。なお、シール材12は太陽電池10と断熱材スペーサ12との間には介在させられておらず、太陽電池10の端面を封止して保護するためのみに用いられている。

【0029】ところで、光電変換層として非晶質シリコンを用いた薄膜太陽電池は、製造に要するエネルギーに相当するエネルギーを発電によって得るための時間であるエネルギーペイバックタイムが短いことや、材料費が安価であることなどから、有望なものとして注目されている。しかし、このような非晶質型の薄膜太陽電池は、未だ大規模な太陽光発電用としては実用化に至っていないのが実情である。

【0030】この原因の最も重大なもの1つとして、光照射に起因する劣化（以下、単に「光劣化」と称す）による光電変換効率の大幅な低下が挙げられる。この現象はステブラ・ロンスキー効果と呼ばれ、光劣化が起こった後に100～200℃前後の温度でアニールすることによって、その劣化の大部分が回復する可逆現象である。実際の太陽電池の使用においては、最初の1年間でこの光劣化は安定化するが、その劣化率はアニールを行わなければ30%にも及ぶ。

【0031】そこで、太陽電池の動作温度を比較的高温にすることによってアニール効果を生じさせて、光劣化を低減することが検討されている。具体的には、太陽電池の裏面に断熱手段、たとえば発泡体などの断熱材を設けることによってアニール効果をもたらす構造が提案されている。このような構造を含む太陽電池モジュールにおいては、太陽電池の温度が上昇するが、他方で断熱材の設けられていない支持部材部分は温度上昇が少ないので、通常の場合と比較して、太陽電池のガラス基板内でさらに大きな温度勾配が生じる傾向になる。

【0032】図3は本発明のさらに他の実施の形態による太陽電池モジュールの概略的な断面図であり、上述のように裏面に断熱手段が設けられた太陽電池を備えた太陽電池モジュールへの本発明の適用例を示している。この太陽電池モジュールは、光電変換のための非晶質シリコン薄膜を含む太陽電池10と、それを支持する支持部材11とを備えている。太陽電池10と支持部材11との間には、熱伝導係数が $10^{-3} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 以下の断熱材スペーサ13が介在させられている。断熱材スペーサ13は、断熱作用のみならず、抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であって絶縁材としても作用するものがより好ましい。

【0033】太陽電池10の裏面には、断熱手段として、発泡体などからなる断熱材14が配置されている。図3の場合、太陽電池の裏面の支持はその断熱材14を介して行なわれているが、断熱手段としては、そのような断熱材14を用いる代わりに、図2の実施の形態を一部変更した図4の太陽電池モジュールに示されているように、一定空間の空気層15が生じるように太陽電池1

0の裏側に容器を形成するようにしてもよい。

【0034】図3や図4に示されている太陽電池モジュールにおいては、前述のように太陽電池10と金属フレーム11との間の温度差が特に大きくなる傾向にあるので、本発明による断熱材スペーサ13の効果が特に有効に発揮され得る。

【0035】なお、ガラス基板のエッジ部の幅は元板からの切断歪みが残る範囲であるが、本発明者の検討では、最も歪みが少ない場合においても概略その基板の厚みと同等、すなわち5mm前後の幅であることが判明した。このエッジ部の幅は加工状態によって少し変化するので、機械的強度の観点からは余裕をもって端面から10mm以上の内側の位置で太陽電池を支持することも可能であるが、それより内側で太陽電池を支持すれば太陽電池の受光面の減少に結びつくので、基板端面からエッジ部を除いたどれだけ内側の位置で支持するかについては、適宜に設計することができる。

【0036】

【実施例】（実施例1）図1の実施の形態に対応した太陽電池モジュールが、実施例1として作製された。太陽電池10としては、図5に示されたようにガラス基板側から光入射するタイプの太陽電池であって、裏面がEVAとテドラで封止された集積型非晶質シリコン薄膜太陽電池が用いられた。支持部材11としては、アルミニウム製フレームが用いられた。支持部材11と太陽電池10との間に介在させる断熱材スペーサ13としては、3M社製のアクリル系発泡体である「VHB構造用テープY-4950」（熱伝導係数： $2.9 \times 10^{-4} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、抵抗率： $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 、厚さ：1.14mm）が用いられた。また、接着性の向上と太陽電池10の端面保護のために、太陽電池10と断熱材スペーサ13との間に、ブチルゴムからなるシーリング材12が介在させられた。

【0037】このようにして得られた実施例1の太陽電池モジュールについて、気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池10の部分の温度とフレーム11の部分の温度とがそれぞれ測定された。その結果、太陽電池10の部分の温度は55℃であり、フレーム11の部分の温度は40℃であって、ガラス基板内での温度勾配はほとんど発生していなかった。

【0038】さらに、フレーム12を強制的に冷却しつつ、10 SUN（標準太陽光の10倍のパワー密度： $1000 \text{ mW/cm}^2$ ）の疑似太陽光を照射する実験が行なわれた。その結果、10枚の太陽電池モジュール中で、1枚も割れは生じなかった。

【0039】（比較例1）図6に示された従来の太陽電池モジュールが、比較例1として作製された。太陽電池10およびフレーム11としては、実施例1と同様のものが用いられた。また、太陽電池10とフレーム11との間には、ブチルゴムからなるシーリング材12が介在

させられた。

【0040】このようにして得られた比較例1の太陽電池モジュールについて、実施例1の場合と同様に気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池10の部分の温度とフレーム12の部分の温度とがそれぞれ測定された。その結果、太陽電池10の部分の温度は50℃であり、フレーム11の部分の温度は40℃であって、約10℃の温度勾配が太陽電池10のガラス基板内で発生していた。

【0041】さらに、実施例1の場合と同様に、比較例1の太陽電池モジュールについても、フレーム11を強制的に冷却しつつ、10 SUNの疑似太陽光を照射する実験が行なわれた。その結果、10枚の比較例1の太陽電池モジュール中で、2枚が割れてしまった。

【0042】(実施例2) 図3の実施の形態に対応する太陽電池モジュールが、実施例2として作製された。この太陽電池10の裏面に配置される断熱材14として、鐘淵化学工業(株)製「カネライトフォーム・ヒートマックス」(熱伝導率:  $3.4 \times 10^{-4} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、抵抗率:  $10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$ 、厚さ: 25mm) が用いられ、それがゴム系接着剤で太陽電池10の裏面に張り付けられた。その他の構成は、実施例1の場合と同様にされた。

【0043】こうして得られた実施例2の太陽電池モジュールについて、実施例1の場合と同様に気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池10の部分の温度とフレーム11の部分の温度とがそれぞれ測定された。その結果、太陽電池10の部分の温度は70℃であり、フレーム11の部分の温度は40℃であって、断熱材14の部分で大きな温度勾配が生じていたが、太陽電池10のガラス基板内での温度勾配はほとんど発生していなかった。

【0044】さらに、実施例2の太陽電池モジュールにおいても、フレーム11を強制的に冷却しつつ、10 SUNの疑似太陽光を照射する実験が行なわれた。その結果、10枚の太陽電池モジュール中で、1枚も割れが生じなかった。

【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、太陽電池をそのガラス基板のエッジ部分以外の部分で支持する

ことにより、また、より好ましくは太陽電池と支持部材の金属部分との間に断熱材スペーサを設けることにより、太陽電池の動作条件においてガラス基板エッジ部の切断歪みの影響を回避し得るとともに、基板内の温度勾配を抑制することができる。その結果、温度勾配から生じる熱応力が主原因となる太陽電池のガラス基板エッジ部からの割れなどの故障を防止することができ、太陽電池モジュールの機械的信頼性が大幅に改善され得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1つの実施の形態による太陽電池モジュールを示す概略的な断面図である。

【図2】本発明のもう1つの実施の形態による太陽電池モジュールを示す概略的な断面図である。

【図3】本発明のさらに他の実施の形態による太陽電池モジュールを示す概略的な断面図である。

【図4】本発明のさらに他の実施の形態による太陽電池モジュールを示す概略的な断面図である。

【図5】集積型薄膜太陽電池の一部を示す模式的な断面図である。

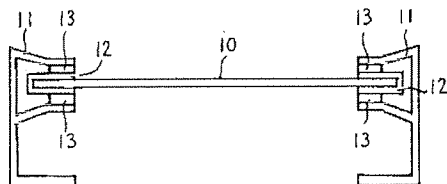
【図6】従来の太陽電池モジュールの一例を示す概略的な断面図である。

【符号の説明】

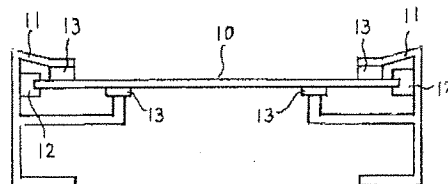
- 1 ガラス基板
- 2 前面透明電極
- 2a 透明電極分離溝
- 3 光電変換半導体層
- 3a 半導体層分割溝
- 4 裏面電極
- 4a 裏面電極分離溝
- 5 封止用充填材
- 6 保護膜
- 10 薄膜型太陽電池
- 11 支持部材
- 12 シール材
- 13 断熱材スペーサ
- 14 断熱材
- 15 空気層

なお、各図において、同一符号は同一または相当部分を示す。

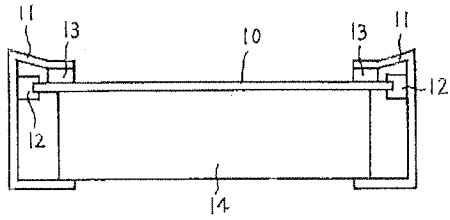
【図1】



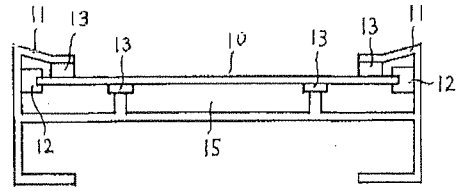
【図2】



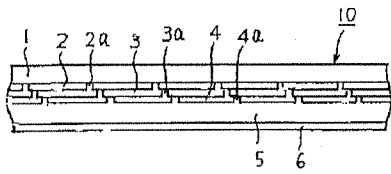
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

